

## Huellas de la presencia pasada de pinares montanos en la submeseta norte de la Península Ibérica: Tubilla del Lago y Tubilla del Agua

MORENO AMAT, E. <sup>1</sup>, IGLESIAS GONZÁLEZ, R. <sup>2</sup>, HERNÁNDEZ MATEO, L. <sup>1</sup>, RUBIALES JIMÉNEZ, J.M. <sup>1</sup>, MORALES DEL MOLINO, C. <sup>1</sup>, GÓMEZ MANZANEQUE, F. <sup>1</sup>, GARCÍA-AMORENA I. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación 'Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal', E.T.S.I. Montes, Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup> Área de Desarrollo Rural, Dirección Adjunta de Asuntos Medioambientales, Tragsatec (Grupo Tragsa)

### Resumen

Se presentan los resultados de los estudios de macrorrestos e impresiones vegetales hallados en dos localidades de la submeseta norte de la Península Ibérica. Los troncos y piñas subfósiles extraídos en las obras de la turbera de Tubilla del Lago (Burgos), así como el molde de piña encontrado en los travertinos de Tubilla del Agua (Burgos), han sido identificados mediante morfología comparada con apoyo de la microtomía en el caso de las maderas. Los restos subfósiles han sido datados mediante <sup>14</sup>C mientras que la antigüedad del molde ha sido deducida por su posición en el edificio travertínico y la edad del mismo, en base al conocimiento de la cronología de la génesis de este tipo de estructuras. Los resultados indican la presencia holocena de *Pinus nigra* Arnold en ambas localidades. Estas evidencias se suman a otras paleobotánicas, históricas y toponímicas ya existentes, que reflejan una mayor extensión de esta especie en la submeseta norte anterior a la generalización de la alteración antrópica del paisaje.

### Palabras clave

*Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, Macrorrestos, Travertinos, Holoceno, Botánica, Ecología del paisaje, Dinámica forestal, Resiliencia

### 1. Introducción

El paisaje forestal natural de la submeseta norte de la Península Ibérica se encuentra actualmente reducido a pequeñas masas relictas, principalmente debido a la larga historia de aprovechamiento agrícola y ganadero de Castilla. De los aproximadamente 9 millones de hectáreas que ocupa Castilla y León, únicamente se encuentra arbolada el 32,94% de su superficie. Y aún menos extensa es la superficie ocupada por masas naturales, que ocupan el 3.37% de su superficie (GIL et al., 2007). La composición de estas escasas masas naturales sugiere una mayor extensión pretérita de formaciones dominadas por especies planifolias [*Quercus ilex* subsp. *ballota* en las zonas de menor altitud; en las zonas de mayor altitud *Quercus faginea* subsp. *faginea* y *Juniperus thurifera* en páramos calcáreos y *Q. pyrenaica* en los sedimentos silíceos (FRANCO-MÚGICA et al., 2005)]. Entre los pinares, la presencia e interpretación de las masas de *P. pinea* y *P. pinaster*, que adquieren actualmente importancia en los arenales segovianos y vallisoletanos, ha sido discutida por varios autores (ALCALDE-OLIVARES et al., 2004; FRANCO-MÚGICA et al. 2005). Sin embargo, en las tierras medias de la submeseta norte el papel de los pinares montanos (asignado en este trabajo al grupo *P. nigra* y *P. sylvestris* por su presencia típicamente montana a estas latitudes) ha recibido menor atención, probablemente debido a la escasa presencia de masas naturales de estos taxones en las zonas no montanas de la meseta (como ejemplo, las masas naturales de *Pinus nigra* en Castilla y León apenas superan las 6.000 ha). La interpretación de estas masas naturales

presenta planteamientos discrepantes en cuanto a la importancia del papel que han desempeñado los pinares en el pasado (mapas de Rivas-Martínez y de Ruiz de la Torre).

La Paleobotánica aporta una información objetiva para abordar la interpretación de las masas naturales a través del estudio de las huellas de los vegetales (estudios de pólenes y macrorrestos). Estos estudios permiten realizar la reconstrucción de los paisajes vegetales en el pasado. Los contramoldes y macrorrestos conservados en distintos ambientes constituyen materiales excepcionales para la identificación de los taxones integrantes del paisaje vegetal hasta el rango específico, información muy escasa en las zonas medias de la submeseta norte de la península Ibérica (MARTÍNEZ ATIENZA et al., 1999; ALCALDE-OLIVARES et al., 2007).

Las condiciones de anoxia y acidez que se dan en las turberas hacen de estos ecosistemas un medio idóneo para la conservación de los restos vegetales. Además, la formación de travertinos en zonas de apilamientos calcáreos ocurren en gran medida sobre restos vegetales. Eventualmente, tras la descomposición de la matriz orgánica que sirvió de soporte a los precipitados de carbonato cálcico, se pueden encontrar los moldes de los restos vegetales. Esto hace que tanto las turberas como los travertinos sean una fuente importante de información de la vegetación que rodeaba estos yacimientos.

## 2. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo consisten en contribuir a un mejor conocimiento de la vegetación pasada, aportando información científica sobre la composición de la vegetación de la submeseta norte de la península Ibérica. De tal manera se contribuirá a una interpretación objetiva de las escasas masas naturales de pinos que se encuentran en esta zona. Concretamente se pretenden alcanzar los siguientes objetivos específicos: a) Identificar los restos vegetales obtenidos hasta el rango taxonómico más preciso posible, b) asignar una cronología lo más precisa posible, y c) enmarcar los resultados en un marco paleobiogeográfico con la aportación de los estudios de disponibles.

## 3. Metodología

### 3.1. Yacimientos

El yacimiento de Tubilla del Lago (figura 1) consiste en una turbera de la que se extrajeron grandes cantidades de tierra. Al remover los horizontes y extraer la turba, se encontraron diferentes restos vegetales leñosos (troncos, piñas y restos de ramas). Este hallazgo fue comunicado al Grupo de Investigación ‘Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal’ (U.P.M.), que recolectó muestras para estudiarlas. Se trata de 16 maderas, obtenidas a partir de las trozas cortadas con motosierra en el yacimiento y 71 piñas, recogidas en dos zonas diferentes (figura 2). Las muestras no se pueden asignar a ningún horizonte concreto, ya que fueron recogidas en la superficie entre la turba extraída.

Por otro lado, en las inmediaciones de la localidad de Tubilla del Agua (figura 1) se localiza el más extenso complejo travertínico de la zona (GONZÁLEZ, 1986), conformado por diversas terrazas, edificios y presas travertínicas de distinta antigüedad. Estas estructuras se han originado sobre la cuenca del río Hornillo, que se alimenta de las aguas aportadas por la multitud de surgencias kársticas adyacentes y por la red de arroyos que en él confluyen. Estas estructuras son ricas en fósiles vegetales, abundando los moldes de hojas, tallos y hasta

troncos de grandes dimensiones. Fue en la estructura de barrera travertínica que constituía la represa natural del paleolago de Tubilla del Agua, actualmente drenado y relleno de materiales carbonatados de carácter detrítico, donde se produjo en 2002 el hallazgo de un molde de estróbilo durante la excavación en la toba de los cimientos de una casa en el barrio de San Miguel (figura 2).

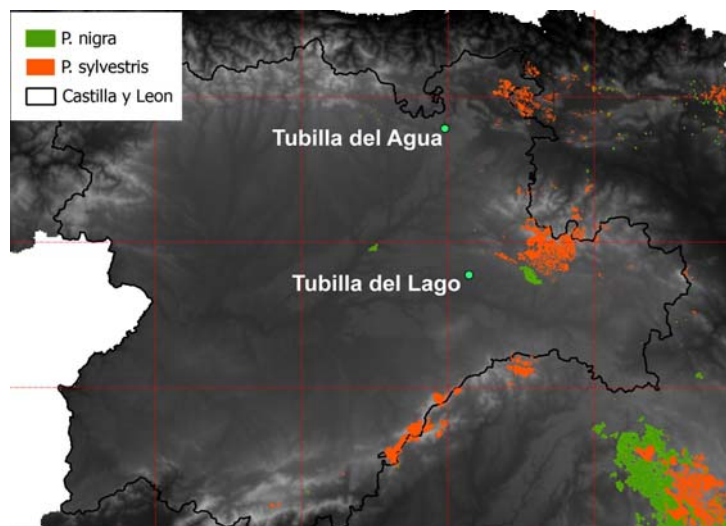


Figura 1. Mapa de localización de los yacimientos estudiados, con indicación de la presencia de masas naturales de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* en Castilla y León. (CEBALLOS et al., 1966)

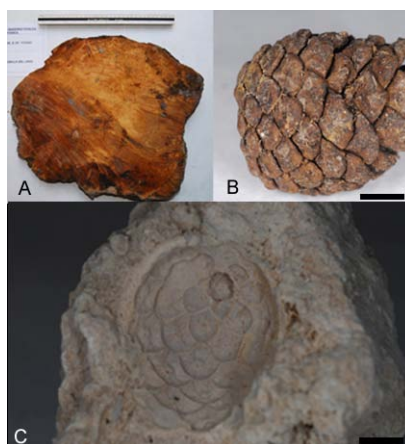


Figura 2. A y B: Macrorrestos hallados en Tubilla del Lago. C: Molde hallado en el travertino de Tubilla del Agua. Escalas: (A)30cm (B)7mm (C)1cm

### 3.2. Identificación

Las muestras recogidas en el yacimiento de Tubilla del Lago fueron etiquetadas y conservadas en cámara frigorífica para evitar su degradación, después se dejaron secar y se procedió a su estudio. En el caso de los estróbilos, se limpiaron con agua y pincel bajo la lupa binocular, puesto que cada piña estaba embebida en una matriz turbosa.

Para el estudio xilológico se utilizó la técnica habitual de preparación en lámina delgada para la observación y medición de los diferentes caracteres microscópicos en los tres planos fundamentales; transversal, radial y tangencial (del RIO, 2000). Las muestras se identificaron mediante el uso de claves (GREGUSS, 1955; JACQUIOT, 1955; PERAZA, 1964; GARCÍA ESTEBAN & GUINDEO, 1988; SCHWEINGRUBER, 1990), y

comparación con la xiloteca de referencia del Grupo de Investigación ‘Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal’ (U.P.M.).

Tanto la excepcional buena conservación de las piñas aparecidas en la turbera de Tubilla del Lago como del molde de Tubilla del Agua, posibilitaron la toma de diversas medidas del estróbilo; en la piña, se midió su coeficiente de esbeltez, y en las apófisis se midió la longitud, la anchura y el espesor de la misma (figura 3). Estos valores fueron comparados con los obtenidos en el estudio de estróbilos de diferentes poblaciones actuales ibéricas, así como de otros yacimientos paleobotánicos de la Península (del RIO, 2000; ALCALDE et al., 2000; ROIG et al., 1997; GALERA, 1993). Para la identificación hasta el rango específico de este material, también se han empleado métodos de anatomía comparada con material actual de distintas procedencias de la Península Ibérica, analizando el borde externo de la apófisis, el grosor de ésta, la posición del mucrón en el ombligo y la depresión del ombligo, y las descripciones de diversos autores (RUIZ DE LA TORRE, 2006).

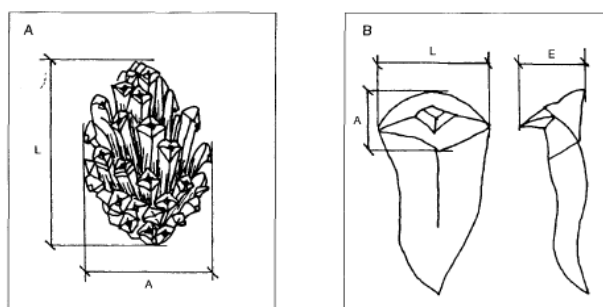


Figura 3. A: Medidas tomadas en la piña (longitud de la piña L, anchura de la piña A). B: Medidas tomadas en las apófisis (longitud de la apófisis L, anchura de la apófisis A, espesor de la apófisis E). (original de Alcalde et al., 2000)

### 3.3. Cronologías

Tres muestras de madera colectadas en Tubilla del Lago fueron datadas por el método de radiocarbono en los laboratorios Beta Analytic Inc. (Miami, EEUU) y CNA (Sevilla). En el caso de Tubilla del Agua, y a la espera de dataciones radiométricas concluyentes, la estimación se ha hecho de una manera indirecta (datación relativa). De estas estructuras travertínicas se conoce que los episodios de edificación se asocian con los períodos cálidos húmedos (precipitaciones medias anuales próximas a los 1.000 mm) (MARTINEZ et al., 1988).

## 4. Resultados

### 4.1. Identificación

Los canales resiníferos con células epiteliales de paredes delgadas que se aprecian en las 16 maderas subfósiles provenientes de la turbera de Tubilla del Lago, permiten adscribir las al género *Pinus*. Además, los radios heterogéneos del plano radial, con punteaduras de tipo ventana en los campos de cruce, corresponden al grupo *sylvestris/nigra* (figura 4). Algunos autores distinguen entre estas dos especies (JACQUIOT, 1955 y GREGUSS, 1955; PERAZA, 1964) pero en este caso no había elementos suficientes en las muestras para su diferenciación.



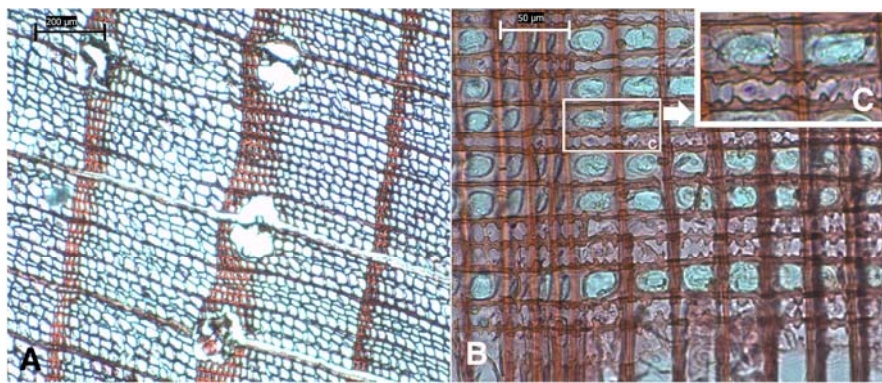


Figura 4. Secciones microscópicas de una de las maderas del yacimiento de *Pinus gr. sylvestris/nigra*. A: Corte transversal. B: Corte radial. C: Detalle del corte radial en el que se aprecian las punteaduras de los campos de cruce de tipo ventana y los dientes de las traqueidas radiales.

Las 71 piñas recolectadas en dos zonas diferentes de la turbera de Tubilla del Lago a nivel superficial presentaban, en general, un buen estado de conservación (todas estaban cerradas y muchas de ellas enteras). Todas las piñas han sido identificadas como pertenecientes a *Pinus nigra* (ombbligo deprimido con mucrón excéntrico, apófisis redondeada y con un engrosamiento aovado en el extremo), pese a que su tamaño es medio o pequeño en relación con estróbilos actuales de esta especie. Comparando con los valores medios procedentes de ejemplares de otras poblaciones ibéricas actuales y fósiles, las dimensiones de las apófisis de Tubilla del Lago muestran una longitud, anchura y espesor un poco menores. La anchura de la piña es visiblemente menor en Tubilla que en el resto de poblaciones (GALERA, 1993; ROIG et al., 1997; ALCALDE et al., 2000; del RÍO, 2000). Esto puede deberse a que las piñas encontradas están cerradas y esto distorsiona la comparación. Pese a todo, los valores se encuadran dentro del rango de variabilidad de la especie (tabla 1).

Estróbilos	Longitud piña (cm)	Anchura piña (cm)	Esbeltez (L/A)	Longitud apófisis (cm)	Anchura apófisis (cm)	Espesor apófisis (cm)
Media	4.45	2.82	1.57	0.83	0.70	0.25
Desv. Típica	0.61	0.33	0.16	0.68	0.42	0.34

Tabla 1. Medidas tomadas en los estróbilos fósiles de *Pinus nigra* (Tubilla del Lago).

El molde de piña de Tubilla del Agua se corresponde a la mitad basal de una piña de 3,1 cm de ancho. Las apófisis del tercio basal poseen una anchura entre 0,7 y 0,8 cm, y entre 0,8 y 0,9 cm de largo. El perfil apical de las escamas del tercio basal es convexo-redondeado, y los omblicos poseen un mucrón excéntrico revuelto hacia la base de la piña. Estas características permiten identificar el fósil como *Pinus nigra* y diferenciarlo de *Pinus sylvestris*, especie en la que el contorno apical de las escamas del tercio inferior de la piña es triangular y el ombbligo deprimido o poco saliente. Las apófisis de las escamas de este pino, tienen una terminación en ángulo agudo y el mucrón está poco marcado.

#### 4.2. Cronologías

Las dataciones radiocarbónicas de las muestras de madera de *Pinus* grupo *sylvestris/nigra* recogidas en Tubilla del Lago, dieron  $3.680 \pm 70$  BP (muestra TUB-A-04),  $3.150 \pm 70$  BP (muestra TUB-D-04), y  $3.160 \pm 50$  BP (muestra TUB-G-01). Para el fósil en toba del estróbilo de Tubilla del Agua inferimos una cronología holocena. Para ello nos basamos

en el lugar de aparición próximo a la coronación de la barrera travertínica, lo que garantiza su proximidad temporal con el último periodo de acumulación tobácea. Este periodo, atendiendo a la funcionalidad de la barrera hasta hace 4 siglos, cuando aún conformaba un sistema fluvio-lacustre, se enmarca entre las formaciones travertínicas recientes, formadas en el ámbito mediterráneo, desde el Holoceno inicial hasta el periodo sub-boreal (GONZÁLEZ y SERRANO, 2007). A partir del momento de cese de funcionalidad de la barrera travertínica, comenzó una fase de incisión de los edificios y encajamiento de la red fluvial, que se atribuye a factores climáticos y acrecentados por la acción del hombre (GONZÁLEZ y RUBIO, 2000).

## 5. Discusión

Las dataciones calibradas de las maderas de Tubilla del Lago [entre 2.284 y 1.269 cal A.C. -datos calibrados con el programa calib 5.0 (REIMER ET AL., 2004; STUIVER et al., 2005)], señalan la presencia de pinos en periodos donde la destrucción antrópica del paisaje natural no se había generalizado por la meseta castellana. Los estudios polínicos llevados a cabo en la cuenca del Duero ya apuntaban hacia la gran importancia que tuvieron los pinares en esta cuenca hasta el Holoceno final (MENÉNDEZ AMOR, 1968; GARCIA-ANTÓN et al., 1995; FRANCO-MÚGICA et al., 2001).

Por otro lado, la identificación hasta el nivel específico de los restos de piñas hallados en Tubilla del Lago y Tubilla del Agua, concuerda con los estudios paleobotánicos en distintos lugares de la cuenca del Duero [Cevico Navero (ROIG et al. 1997), Aguilar de Campoo (ALCALDE et al., 2000)]. Actualmente sólo existe una masa relictica natural de *P. nigra* en El Cerrato y en la vertiente meridional del Sistema Ibérico norte, encontrándose las mejores representaciones en el piso montano del Sistema Ibérico sur (figura 1). Los estudios aquí mostrados apoyan la idea de la importancia que debieron tener los pinares de *P. nigra* sobre sustratos calizos de la submeseta norte durante el Holoceno hasta su desaparición. (MORLA et al., 2000; FRANCO et al., 2001).

## 6. Conclusiones

El estudio de las maderas y piñas fósiles de Tubilla del Lago, y del molde de Tubilla del Agua permite extraer las siguientes conclusiones: 1) la existencia de pinos hace más de 3.000 en la meseta norte de la península Ibérica, y 2) la importancia de *Pinus nigra* en los bosques de la submeseta norte de sobre sustratos calcáreos.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo de Agresta S. Coop., de Rafael Vicario Sedano (recolector del molde de piña en Tubilla del Agua), del personal de Grupo de Investigación 'Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal' de la Universidad Politécnica de Madrid, y de la Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León que ha dado soporte económico mediante las subvención al proyecto Estudio de Yacimientos Paleobotánicos en la Cuenca del Duero.

## 8. Bibliografía

ALCALDE, C.; GARCÍA-AMORENA, I.; GÓMEZ, F.; MALDONADO, J.; MORLA, C. POSTIGO, J. M.; 2000. Estudio de los macrorrestos vegetales del yacimiento de Lomilla (Aguilar de Campoo, Palencia, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 59: 101-112.

ALCALDE, C.;GARCÍA-AMORENA, I.;GARCÍA ALVAREZ, S.;GARCÍA CALVO, D.;GARCÍA GARCÍA, R.;GÉNOVA, M.;GIL BORRELL, P.;GÓMEZ MANZANEQUE, F.;MALDONADO, J.MORLA JUARISTI, C.;2006. Contribución de la Paleofitogeografía a la interpretación del paisaje vegetal ibérico. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales* 15: 40.

ALCALDE, C.;GARCÍA-AMORENA, I.;GÓMEZ MANZANEQUE, F.;MALDONADO RUIZ, J.;POSTIGO MIJARRA, J.;RUBIALES JIMÉNEZ, M.SÁNCHEZ HERNANDO, L.;2004. Nuevos datos de carbones y maderas fósiles de *Pinus pinaster* Aiton en el Holoceno de la Península Ibérica. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* Fuera de serie: 152-163.

CEBALLOS, L.;1966. Mapa forestal de España, escala 1: 400.000. Madrid: Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes, Caza y Pesca fluvial.

CEBALLOS, L.RUIZ DE LA TORRE, J.; 1979. Árboles y arbustos de la España peninsular, Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.

del RÍO, S. 2000. Estudio paleobotánico del yacimiento de Herbosa (Burgos). Consideraciones paleofitogeográficas. Proyecto fin de carrera. ETSI Montes (UPM). Madrid

FRANCO-MÚGICA, F.;GARCÍA-ANTÓN, M.;MALDONADO-RUIZ, J.;MORLA-JUARISTI, C.SAINZ-OLLERO, H.;2005. Ancient pine forest on inland dunes in the Spanish northern meseta. *Quaternary Research* 63: 1-14.

FRANCO-MÚGICA, F.;GARCÍA, M.;MALDONADO, J.;MORLA, C.SAINZ, H.;2001. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish northern meseta. *The Holocene* 11: 343-358.

FRANCO, F.;GÓMEZ MANZANEQUE, F.;MALDONADO, J.;MORLA, C.POSTIGO, J. M.;2000. El papel de los pinares en la vegetación holocena de la península Ibérica. *Ecología*: 11(3) 61-78.

GALERA PERAL, R. M.; 1993. Thesis. Type, Universidad Politécnica de Madrid.

GARCÍA ANTÓN, M.;FRANCO, F.;MALDONADO, J.;MORLA, C.SAINZ, H.;1995. Una secuencia polínica en Quintana Redonda (Soria). Evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico septentrional. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 52: 187-195.

GARCÍA, L.GUIDEO, A.; 1988. Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas, AITIM, Madrid.

GIL SÁNCHEZ, L.;TORRE ANTÓN, M.PICARDO NIETO, A.; 2007. Atlas forestal de Castilla y León, Junta de Castilla y León. 886 pp. León (España).

GONZÁLEZ, R.; 1986. Dinámica de un espacio natural: Los cañones calcáreos del Ebro (Burgos). *ERIA* 5 – 86.

GONZÁLEZ, M.; RUBIO, V.; 2000. Las transformaciones antrópicas del paisaje de los sistemas fluviales tobáceos del centro de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 96 (1-2): 155 – 186. Madrid.

GONZÁLEZ, M. J.; SERRANO, E.; 2007. Evolución geomorfológica, cambios ambientales e intervención humana durante el holoceno en la cuenca alta del Ebro: las tobas de los valles del Purón y Molinar. *Estudios Geográficos* 263: 527– 546.

GREGUSS, P.; 1955. Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy, Akadémiai Kiado, Budapest.

JACQUIOT, C.; 1955. Atlas d'anatomie des bois des conifères, Centre Technique du Bois, Paris.

MARTINEZ, J.; HENTZSCH.; LÓPEZ, F.; MARTINEZ, J.; 1988. Edad de las terrazas y diques travertínicos de las Lagunas de Ruidera. *Estudios geol* 44: 75 – 81.

MARTÍNEZ ATIENZA, F.; 1999. Bibliografía (1945-1998) paleopolínica del Holoceno Ibérico. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 95: 5-30.

MENÉNDEZ AMOR, J.; 1968. Estudio espora-polínico de la turbera del Valle de la Nava (Burgos). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)* 66: 35-39.

MORLA, C.; FRANCO-MÚGICA, F.; MALDONADO RUIZ, J.; GÓMEZ MANZANEQUE, F.; POSTIGO, J. M.; 2000. El papel de los pinares en la vegetación holocena de la península Ibérica. *Ecología*: 61-78.

PERAZA, C.; 1964. Estudio de las maderas de coníferas españolas y de la zona norte de Marruecos Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid.

REIMER, P.; BAILLIE, M.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J.; BERTRAND, C.; BLACKWELL, P.; BUCK, C. B., G.; CUTLER, K.; DAMON, P.; EDWARDS, R.; FAIRBANKS, R.; FRIEDRICH, M.; GUILDERTSON, T.; HUGHEN, K.; KROMER, B.; MCCORMAC, F.; MANNING, S.; BRONK RAMSEY, C.; REIMER, R.; REMMELE, S.; SOUTHON, J.; STUIVER, M.; TALAMO, S.; TAYLOR, F.; VAN DER PLICHT, J.; WEYHENMEYER, C.; 2004. IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26 - 0 ka BP. *Radiocarbon* 46: 1029-1058.

ROIG, S.; GÓMEZ, F.; MASEDO, F.; MORLA, C.; DÁNCHEZ, L.; 1997. Estudio paleobotánico de estróbilos y maderas subfósiles holocenas en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 55: 111-123.

SCHWEINGRUBER, F.; 1990. Anatomy of European woods, WSL/FNP, Paul Haupt Berne & Stuttgart Publishers, Stuttgart.

STUIVER, M.; REIMER, P.; REIMER, R. (2005) CALIB 5.0., pp. [WWW program and documentation].